



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 26 653 A 1**

⑤ Int. Cl.7:
B 22 D 17/00
B 28 B 1/54

②1 Aktenzeichen: 199 26 653.0
②2 Anmeldetag: 11. 6. 1999
④3 Offenlegungstag: 21. 12. 2000

DE 199 26 653 A 1

⑦1 Anmelder:
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

⑦2 Erfinder:
Zillgen, Markus, Dr., 85051 Ingolstadt, DE; Pfaller,
Georg, 85055 Ingolstadt, DE; Heck, Klaus, Dr., 88718
Daisendorf, DE; Mayr, Martin, 85077 Manching, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	38 90 863 C2
DE	195 07 995 A1
DE	43 12 647 A1
CH	6 89 224 A5
CH	6 88 613 A5
US	55 75 325
EP	09 40 206 A1
EP	09 03 193 A1
EP	08 41 406 A1

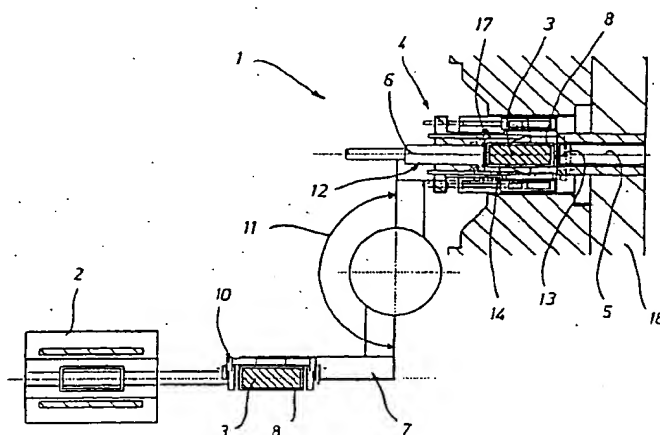
MÜLLER-SPÄTH, H., u.a.: Innovative
Gießtechnologie für die Zukunft: Thixogießen
und Magnesium-Druckguß. In: Gießerei-
Erfahrungsaustausch, Okt. 1998, S.441-447;
MOSCHINI, R.: Serienfertigung von Treibstoff-
verteilerschienen nach dem Thixocasting-
Verfahren im halbflüssigen Zustand. In:
Gießerei-Praxis, Nr.9/10, 1997, S.209-211;
JP 09137239 A., In: Patent Abstracts of Japan;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Durchführen von Thixoforming sowie Thixoforming-Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Durchführen von Thixoforming sowie eine Thixoforming-Vorrichtung (1) zur Durchführung dieses Verfahrens. Mittels einer Heizeinrichtung (2) wird ein im Grundzustand fester Körper (3) aus einem thixotropen Eigenschaften aufweisenden Werkstoff auf die Thixotropie-Temperatur erwärmt und der Körper (3) in diesem Thixotropie-Zustand anschließend einer Formgebungsvorrichtung (4; 20; 33) zugeführt; in der der thixotrope Körper (3) zu einer definierten Werkstückform verpreßt wird. Erfindungsgemäß umfaßt die Thixoforming-Vorrichtung (1) eine Stützkammer (8; 21; 39), in der der Körper vor Erreichen des Thixotropie-Zustands überführt wird, wobei der Körper (3) nach Erreichen des Thixotropie-Zustands formschlüssig in der Stützkammer (8; 21; 39) aufgenommen ist. Ferner umfaßt die Thixoforming-Vorrichtung (1) eine Zuführeinrichtung (7), mit der die Stützkammer (8; 21; 39) mitsamt darin gehaltenem thixotropen Körper (3) der Formgebungsvorrichtung (4; 20; 33) zuführbar ist. Damit kann der thixotrope Körper (3) auf schnelle und einfache Weise der Formgebungsvorrichtung (4; 20; 33) zugeführt werden, ohne daß es zu unerwünschten Verformungen des thixotropen Körpers (3) kommt.



DE 199 26 653 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Durchführen von Thixoforming nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Thixoforming-Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 14.

Beim Thixoforming werden die Vorteile des thixotropen Werkstoffverhaltens in einem halbflüssigen oder halbfesten Zustand zwischen der Solidus- und Liquidustemperatur ausgenutzt. Im thixotropen Zustand besitzt der Werkstoff noch genügend Formzusammenhalt, verflüssigt sich jedoch bereits unter geringer Scherbelastung und erlaubt so auch die Füllung komplexer, feinstrukturierter, geometrisch komplizierter Räume. Grundsätzlich unterscheidet man beim Thixoforming zwischen dem Thixogießen, bei dem ein auf Thixotropie-Temperatur erwärmter Körper mittels einer Gießvorrichtung in eine Gießform gepreßt wird, und dem Thixoschmieden, bei dem ein thixotroper Körper mit Hilfe gegeneinander bewegter Werkzeuge durch Schmieden umgeformt wird.

Aus der vorbekannten, gattungsbildenden DE 195 38 243 C2 ist ein Verfahren zum Durchführen von Thixoforming sowie eine Thixoforming-Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens bekannt. Ein im Grundzustand fester Körper aus einem thixotropen Eigenschaften aufweisenden Werkstoff wird hier mittels einer Heizeinrichtung auf Thixotropie-Temperatur erwärmt und der Körper in diesem Thixotropie-Zustand anschließend einer Formgebungsvorrichtung zugeführt. In dieser Formgebungsvorrichtung wird der thixotrope Körper zu einer definierten Werkstückform verpreßt.

Konkret ist hier ein Thixogießverfahren in Verbindung mit einer Thixogießvorrichtung beschrieben, bei dem ein auf Thixotropie-Temperatur zu erwärmender Körper mittels einer Induktionsheizung als Heizeinrichtung auf Thixotropie-Temperatur erwärmt wird. Anschließend wird der thixotrope Körper einer als Druckkammer ausgebildeten Gießkammer zugeführt, in der ein als Preßkolben ausgebildeter Gießkolben geführt ist, über den der thixotrope Körper in einen die Kontur des späteren Werkstücks bestimmenden Formhohlraum einer Gießform gepreßt wird.

Wie dieser thixotrope Körper von der Heizeinrichtung zur Gießvorrichtung transportiert wird, ist hier nicht beschrieben. Gerade dieser Transport von der Heizeinrichtung zur entfernt davon liegenden Formgebungsvorrichtung bereitet jedoch Probleme, da sich der thixotrope Körper während des Transports bereits durch geringe auf ihn einwirkende Kräfte in unerwünschter Weise verformen und ggf. teilweise verflüssigen kann, so daß der thixotrope Körper keine für das Thixoforming in einer Formgebungsvorrichtung geeignete Form mehr aufweist.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Durchführen von Thixoforming zu schaffen, bei dem ein thixotroper Körper einer Formgebungsvorrichtung in einer für das Thixoforming geeigneten Weise einfach und schnell zugeführt werden kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Thixoforming-Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens zur Verfügung zu stellen.

Die Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Nach Anspruch 1 wird der Körper vor Erreichen des Thixotropie-Zustands in eine Stützkammer überführt. Nach Erreichen des Thixotropie-Zustands ist der Körper formschlüssig in der Stützkammer aufgenommen und wird in der Stützkammer der Formgebungsvorrichtung zugeführt.

Vorteilhaft wird dadurch erreicht, daß der zu einer definierten Werkstückform zu verpressende auf Thixotropie-Temperatur erwärmte Körper der Formgebungsvorrichtung

für eine Weiterverarbeitung stets ohne eine unerwünschte Verformung oder ggf. unerwünschte Verflüssigung zugeführt werden kann. Dadurch kann die Zuführung des thixotropen Körpers zur Formgebungsvorrichtung sehr schnell erfolgen, so daß eine rasche Abfolge hintereinanderfolgender Formgebungszyklen möglich ist und damit eine große Menge an Werkstücken innerhalb eines bestimmten Zeitraums herstellbar ist. Damit ist das Verfahren insgesamt wirtschaftlich zu betreiben.

Durch die den thixotropen Körper formschlüssig aufnehmende Stützkammer ist es auch möglich, daß dieser der Formgebungsvorrichtung lageunabhängig zugeführt werden kann, d. h. daß die Stützkammer und damit der thixotrope Körper bei der Zuführung zur Formgebungsvorrichtung sämtlichen Bewegungen in jeder Raumrichtung unterzogen werden kann, ohne daß es zu einer unerwünschten Formänderung des thixotropen Körpers kommen kann. Zudem ist der thixotrope Körper unempfindlich gegen Erschütterungen. Damit ist insgesamt auch eine größere konstruktions-technische Freiheit bei der Auslegung einer Zuführvorrichtung und damit eine größere Flexibilität bei der Art und Weise der Zuführung des thixotropen Körpers zur Formgebungsvorrichtung möglich.

Grundsätzlich wäre es ausreichend, daß der Körper kurz vor Erreichen des Thixotropie-Zustands in eine Stützkammer überführt wird. Vorzugsweise wird jedoch nach Anspruch 2 vorgeschlagen, daß der Körper bereits vor Beginn der Erwärmung in die Stützkammer überführt wird. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Erwärmung des Körpers auf Thixotropie-Temperatur in der Stützkammer.

Der Körper kann grundsätzlich mittels jeder Heizeinrichtung, die geeignet ist, den Körper auf Thixotropie-Temperatur zu erwärmen, erhitzt werden. Vorzugsweise wird nach Anspruch 3 der Körper jedoch mittels einer Induktionsheizung induktiv auf Thixotropie-Temperatur erwärmt. Damit ist eine gute und schnelle Erwärmung des Körpers unabhängig von dessen z. B. horizontaler oder vertikaler Lage möglich.

Nach Anspruch 4 wird der Körper in der Stützkammer induktiv mit einer Frequenz von 1 bis 10.000 Hz erwärmt. Für eine gute Durchdringung des Körpers mit Wirbelströmen sowie für eine effektive Energieeinbringung wird der Körper in der Stützkammer vorzugsweise mit einer Frequenz zwischen 10 und 1.000 Hz erwärmt.

Grundsätzlich kann das Verfahren sowohl für das Thixogießen als auch für das Thixoschmieden verwendet werden. In einer bevorzugten Ausführungsform nach Anspruch 5 wird die Stützkammer mitsamt darin aufgenommenem thixotropen Körper einer als Formgebungsvorrichtung ausgebildeten Gießvorrichtung zugeführt und der thixotrope Körper dort mittels eines als Preßkolben ausgebildeten Gießkolbens in einen die Kontur des späteren Werkstücks bestimmenden Formhohlraum einer Gießform gepreßt. Hiermit wird eine besonders einfache und schnelle Formgebung mit hoher Gußteilqualität erreicht.

Nach Anspruch 6 ist der Gießkolben in der Gießvorrichtung in der Art einer Zylinder-Kolben-Anordnung wenigstens teilweise in einer als Druckkammer ausgebildeten Gießkammer geführt. Der Gießkolben wird dabei zwischen einer Ausgangsposition und einer Ausstoßposition verschoben, wobei die Zuführung des thixotropen Körpers in einem zwischen diesen beiden Gießkolbenpositionen liegenden Zuführbereich der Gießvorrichtung erfolgt. In der Ausstoßposition befindet sich der Gießkolben stets in einem gießformnahen Bereich der Gießkammer. Lediglich in seiner Ausgangsposition kann es je nach Verfahrensart erforderlich sein, daß der Gießkolben ganz aus der Gießkammer herausgeführt ist, wie dies in Verbindung mit den nachstehend be-

schriebenen Verfahrensweisen der Fall ist.

In einer ersten Verfahrensweise wird nach Anspruch 7 die Stützkammer der Gießvorrichtung mittels einer Zuführeinrichtung über eine separate Stützkammer-Zuführöffnung in einer Gießkammerwand zugeführt. Vorzugsweise erfolgt die Zuführung im gießlaufnahen Bereich als Zuführbereich einer vorzugsweise rohrförmigen Gießkammer, wobei die Stützkammer die Stützkammer-Zuführöffnung in der Gießkammerwand formschlüssig und dicht verschließt und die Stützkammerinnenwand einen Teil der Gießkammerinnenwand bildet. Anschließend schiebt dann der Gießkolben den thixotropen Körper aus der Stützkammer aus. Der Gießkolben kann hier in der Gießkammer zwischen der Ausgangsposition und der Ausstoßposition verschoben werden.

Alternativ dazu wird die Stützkammer nach Anspruch 8 der Gießvorrichtung im vor der Gießkammer liegenden Zuführbereich zugeführt. Falls erforderlich wird die Stützkammer mittels einer Andrückvorrichtung gegen die Gießkammer im Bereich einer Gießkammer-Einschuböffnung gedrückt. Anschließend schiebt der Gießkolben den thixotropen Körper aus der vor der Gießkammer liegenden Stützkammer in die Gießkammer aus. Die Stützkammer und die Gießkammer sind hier hinsichtlich des Aufnahmeraums des thixotropen Körpers gleich dimensioniert. So weisen sie bei beispielsweise zylinderrohrförmigem Aufnahmeraum jeweils den gleichen Innendurchmesser mit gleicher Mittelachse auf. Um die Stützkammer im Zuführbereich vor der Gießkammer zuführen zu können, ist der Gießkolben in der Ausgangsposition aus dem Gießkolben herausgeführt und beabstandet zur Gießkammer-Einschuböffnung positioniert.

In einer weiteren Alternative wird nach Anspruch 9 vorgeschlagen, daß die Stützkammer der Gießvorrichtung ebenfalls im vor der Gießkammer liegenden Zuführbereich zugeführt wird, wobei anschließend allerdings die Stützkammer mitsamt darin aufgenommenem thixotropen Körper mittels einer Verschiebeeinrichtung in der Gießkammer unmittelbar vor den Gießlauf verschoben wird. Anschließend preßt dann der Gießkolben den thixotropen Körper aus der Stützkammer über den Gießlauf in den Formhohlraum der Gießform. Die Gießkammer ist hier so dimensioniert, daß darin die Stützkammer formschlüssig aufgenommen werden kann, während der Gießkolben so dimensioniert ist, daß er formschlüssig in der Stützkammer geführt werden kann. Um die Stützkammer im Zuführbereich vor der Gießkammer zuführen zu können, ist auch hier der Gießkolben in der Ausgangsposition aus dem Gießkolben herausgeführt und beabstandet zur Gießkammer-Einschuböffnung positioniert.

In einer zum Verfahren nach Anspruch 6 alternativen Ausführungsform ist nach Anspruch 10 der Gießkolben in einer Gießkammer der Gießvorrichtung in der Art einer Zylinder-Kolben-Anordnung zwischen einer Ausgangsposition und einer Ausstoßposition verschiebbar. Die Stützkammer wird hier bei abgehobener, beweglicher Gießformhälfte einer zweiteiligen Gießform von der Gießkammer-Ausstoßseite her der Gießkammer zugeführt, wobei die Stützkammer vorzugsweise als integraler formschlüssiger und dichter Einsatz in einem ausstoßseitigen Gießkammerwandbereich zugeführt wird, so daß die Stützkammerinnenwand einen Teil der Gießkammerinnenwand bildet. Im sich daran anschließenden Verfahrensschritt wird die abgehobene Gießformhälfte wieder abgesenkt zu einer insgesamt geschlossenen Gießform, woraufhin der Gießkolben den thixotropen Körper aus der Stützkammer ausschleibt und in den Formhohlraum der Gießform preßt.

Grundsätzlich ist es möglich, daß der thixotrope Körper direkt aus der Stützkammer über einen Gießlauf in den Formhohlraum der Gießform gepreßt wird. In einer bevor-

zugten Ausführungsform wird nach Anspruch 11 jedoch vorgeschlagen, daß der thixotrope Körper zur Oxidhautrückhaltung über eine dem Gießlauf vorgeschaltete Vorrichtung zur Oxidhautrückhaltung in den Formhohlraum der Gießform gepreßt wird. Vorzugsweise ist diese Vorrichtung zur Oxidhautrückhaltung eine Blende. Damit wird ein einfaches Verpressen des thixotropen Körpers zu einem qualitativ hochwertigen Gußteil ermöglicht.

Für die Herstellung besonders hochwertiger Gußteile ist es bekannt, daß für eine Verringerung der Gasaufnahme einer einströmenden Schmelze wenigstens der Formhohlraum evakuiert wird. Deshalb wird nach Anspruch 12 vorgeschlagen, daß der zum Gießkolben hin abgeschlossene Formhohlraum evakuiert wird. Vorzugsweise wird dabei der Formhohlraum vom thixotropen Körper formschlüssig und dicht abgeschlossen. Gleichzeitig oder anschließend preßt dann der Gießkolben den thixotropen Körper in den Formhohlraum der Gießform. Dies führt insgesamt zu einer Steigerung der Schweißbarkeit, der Härtebarkeit und der Bruchdehnung des erhaltenen Gußteils.

Für aufeinanderfolgende Gießzyklen wird nach Anspruch 13 die Stützkammer nach dem Ausschleiben des thixotropen Körpers aus der Gießvorrichtung entfernt und für den nächsten Zuführgang mit einem in den Thixotropie-Zustand überzuführenden Körper beladen wird.

Hinsichtlich einer Thixoforming-Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens wird die Aufgabe der Erfindung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst.

Nach Anspruch 14 umfaßt die Thixoforming-Vorrichtung eine Stützkammer, in die der Körper vor Erreichen des Thixotropie-Zustands einführbar ist. Der in der Stützkammer aufgenommene Körper ist in der Heizeinrichtung bis zur Thixotropie-Temperatur und einer formschlüssigen Aufnahme in der Stützkammer erwärmbar. Ferner umfaßt die Thixoforming-Vorrichtung eine Zuführeinrichtung, mit der die Stützkammer mitsamt dem darin im Thixotropie-Zustand formschlüssig aufgenommenem thixotropen Körper der Formgebungsvorrichtung zuführbar ist.

Eine solche Stützkammer ist einfach und damit preiswert herzustellen. Weiter ist eine derartige Stützkammer einfach in die Thixoforming-Vorrichtung und damit in den gesamten Formgebungsprozeß integrierbar.

Mit einer derartigen Stützkammer wird der Transport bzw. die Zuführung des thixotropen Körpers von der Heizeinrichtung zur Formgebungsvorrichtung auf schnelle und einfache Weise möglich, da keine Rücksicht mehr genommen werden muß auf evtl. auf den thixotropen Körper einwirkende Kräfte, die dessen unerwünschte Verformung vor der Zuführung zur Formgebungsvorrichtung bewirken können. Insbesondere kann die Zuführeinrichtung mit der den thixotropen Körper formschlüssig aufnehmenden Stützkammer jede Bewegung im Raum durchführen, ohne daß es zu diesen unerwünschten Formänderungen kommen kann. Damit ist insgesamt auch eine größere konstruktionstechnische Freiheit bei der Auslegung der Zuführeinrichtung und damit der gesamten Thixoforming-Vorrichtung sowie eine größere Flexibilität bei der Art und Weise der Zuführung des thixotropen Körpers zur Formgebungsvorrichtung möglich.

Grundsätzlich kann die Stützkammer jede beliebige Form aufweisen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Stützkammer nach Anspruch 15 rohrförmig ausgebildet. Vorzugsweise ist die Stützkammer dabei zylinderrohrförmig ausgebildet. Ferner ist die rohrförmige Stützkammer mit Verschlussmitteln verschließbar, z. B. mit stöpselartigen Verschlussmitteln. In einer bevorzugten Ausführungsform können die Verschlussmittel direkt an einer Greifereinrichtung der Zuführeinrichtung integriert sein.

Die Thixoforming-Vorrichtung kann grundsätzlich eine

Schmiedevorrichtung oder eine Gießvorrichtung umfassen. In einer nach Anspruch 16 bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Thixoforming-Vorrichtung eine als Formgebungsvorrichtung ausgebildete Gießvorrichtung, die eine Gießkammer und einen Gießkolben aufweist. Der Gießkolben ist in der Art einer Zylinder-Kolben-Anordnung wenigstens teilweise in der Gießkammer geführt und zwischen einer Ausgangsposition und einer Ausstoßposition verschiebbar, wobei ein Stützkammer-Zuführbereich der Gießvorrichtung zwischen diesen beiden Positionen liegt und der Gießkolben in der Ausstoßposition den thixotropen Körper in einen Formbohlraum einer Gießform preßt. In eine derartige Gießvorrichtung kann eine den thixotropen Körper zuführende Stützkammer auf einfache Weise integriert werden.

Nach Anspruch 17 ist in einer Gießkammerwand eine separate Stützkammer-Zuführöffnung ausgebildet, wobei die Stützkammer in einer Zuführposition der Zuführeinrichtung die Stützkammer-Zuführöffnung formschlüssig und dicht verschließt und die Stützkammerinnenwand einen Teil der Gießkammerinnenwand bildet. Damit ist insgesamt ein kompakter Aufbau mit wenig Platzbedarf möglich. Beispielsweise ist die Stützkammer als zylindrisches Stützrohr ausgebildet und in der Gießkammerinnenwand eine entsprechende rohrförmige Ausnehmung im Bereich der Stützkammer-Zuführöffnung vorgesehen. Um in der Zuführposition des Stützrohres mit der Außenwand der zylindrischen Gießkammer formschlüssig abzuschließen kann das Stützrohr mit einer zusätzlichen Halbschale versehen sein.

Nach Anspruch 18 ist die Stützkammer als von der Einschub- und/oder Ausstoßseite der Gießkammer her in diese mittels der Zuführeinrichtung formschlüssig und dicht einsetzbarer Einsatz ausgebildet, wobei die Stützkammerinnenwand einen Teil der Gießkammerinnenwand bildet. Beispielsweise ist hierzu in der Gießkammerinnenwand einer als Stützrohr ausgebildeten Stützkammer eine entsprechende rohrförmige Ausnehmung im einschub- oder ausstoßseitigen Ende der Gießkammerinnenwand ausgebildet.

Nach Anspruch 19 ist die Zuführeinrichtung in einer Horizontalebene schwenkbar und/oder in einer Vertikalebene verfahrbar, so daß die Stützkammer mitsamt darin gehaltenem thixotropen Körper in alle Raumrichtungen bewegbar ist. Generell kann die Zuführeinrichtung mit Handkraft betätigbar sein, vorzugsweise ist die Zuführeinrichtung jedoch robotergesteuert.

Nach Anspruch 20 ist die Heizeinrichtung eine Induktionsheizung, mit der eine besonders effektive Energieeintragung und Durchdringung des zu erwärmenden Körpers mittels Wirbelströmen möglich ist. Für einen qualitativ hochwertigen Gießvorgang ist der Gießform nach Anspruch 21 eine Vorrichtung zur Oxidhautrückhaltung vorgeschaltet. Vorzugsweise ist diese Vorrichtung eine Blende, an der beim Ausstoßen des Gießkolbens die Oxidhaut zurückgehalten wird.

Nach Anspruch 22 ist die Stützkammer und/oder ggf. die Gießkammer aus einem keramischen und/oder metallischen Werkstoff hergestellt. Vorzugsweise sind die Stützkammer und die Gießkammer dabei so ausgebildet, daß der äußere Mantel aus einem metallischen Material hergestellt ist und daß die Innenseite mit keramischen Einsätzen oder mit einer keramischen Beschichtung ausgekleidet ist. Nach Anspruch 23 wird als Keramikwerkstoff Silizium-Nitrid und/oder Aluminium-Oxid und/oder Yttrium und/oder Aluminium-Nitrid verwendet. Ein derartiger Keramikwerkstoff bietet gute Gleiteigenschaften für den Gießkolben beim Verpressen des thixotropen Körpers und ist zudem hitzebeständig.

Anhand einer Zeichnung wird die Erfindung näher erläutert.

tert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf eine Thixoforming-Vorrichtung,

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht eines Teilbereichs der Thixoforming-Vorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 3 einen schematischen Längsschnitt durch eine Stützkammer,

Fig. 4 einen schematischen Querschnitt durch eine Stützkammer mit darin auf Thixotropie-Temperatur zu erwärmendem Körper,

Fig. 5 einen schematischen Querschnitt durch eine Stützkammer mit darin gehaltenem, auf Thixotropie-Temperatur erwärmtem Körper,

Fig. 6 eine schematische Querschnitts- und Längsschnitt-darstellung einer, einen integralen Bestandteil einer Gießkammerwand bildenden Stützkammer,

Fig. 7 eine schematische Schnittdarstellung einer Gießvorrichtung mitsamt Gießkammer und vor dem Gießlauf angeordneter Blende,

Fig. 8 eine schematische Schnittdarstellung der Gießvorrichtung nach Fig. 7 ohne Blende,

Fig. 9 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer Gießvorrichtung mit in die Gießkammerwand eingesetzten keramischen Einsätzen,

Fig. 10 eine weitere Ausführungsform einer Gießvorrichtung mit einer Beschickungsmöglichkeit der Gießkammer mit einer Stützkammer von der Ausstoßseite her, und

Fig. 11 eine schematische Schnittdarstellung einer geschlossenen Stützkammer.

In Fig. 1 ist schematisch eine Draufsicht auf eine Thixoforming-Vorrichtung 1 dargestellt. Diese Thixoforming-Vorrichtung 1 umfaßt eine Induktionsheizung 2 als Heizeinrichtung zur Erwärmung eines im Grundzustand als Bolzen 3 ausgebildeten festen Körpers aus einem thixotropen Eigenschaften aufweisenden Werkstoff auf Thixotropie-Temperatur.

Ferner umfaßt die Thixoforming-Vorrichtung 1 eine Gießvorrichtung 4 als Formgebungsvorrichtung, die eine Gießkammer 5 und einen Gießkolben 6 aufweist.

Weiter umfaßt die Thixoforming-Vorrichtung 1 eine in einer Horizontalebene schwenkbare und in einer Vertikalebene verfahrbare Zuführeinrichtung 7 sowie eine Stützkammer 8. Wie dies aus Fig. 3 ersichtlich ist, die einen Längsschnitt durch die Stützkammer 8 darstellt, ist diese Stützkammer 8 zylinderrohrförmig ausgebildet. Aus Fig. 11 ist ersichtlich, daß die Stützkammer 8 aus einem äußeren metallischen Mantel und einer inneren keramischen Beschichtung 19 aufgebaut ist.

Der auf Thixotropie-Temperatur zu erwärmende Bolzen 3 wird der Stützkammer 8 bevorzugt vor Beginn der Erwärmung zugeführt, wobei der Bolzen 3 im nicht erwärmten Zustand, wie dies aus Fig. 4 ersichtlich ist, mit einem Spaltabstand zur Stützkammerinnenwand in der Stützkammer 8 aufgenommen ist. Nach dem Erwärmen des Bolzens 3 auf Thixotropie-Temperatur in der Induktionsheizung 2 bei einer Frequenz zwischen 10 und 1.000 Hz legt sich der thixotrope Bolzen 3 formschlüssig an die Stützkammerinnenwand an, wie dies aus der Fig. 5 ersichtlich ist.

Anschließend wird die Stützkammer 8, wie dies aus den Fig. 1 und 11 ersichtlich ist, mit herkömmlichen Verschlußmitteln 9, die formschlüssig in die Stützkammeröffnungen eingesetzt werden, verschlossen. Damit ist der thixotrope Bolzen 3 für den Transport zur Gießvorrichtung 4 in seiner Form unveränderbar in der Stützkammer 8 gehalten.

Anschließend wird die Stützkammer 8 von einem Greifmechanismus 10 der Zuführeinrichtung 7 erfaßt und, wie dies in der Fig. 1 mit dem Pfeil 11 angedeutet ist, in den Be-

reich der Gießvorrichtung 4 verschwenkt. Vorzugsweise sind hier die Verschlußmittel 9 integraler Bestandteil des Greifmechanismus 10.

Wie dies insbesondere aus der Fig. 2 ersichtlich ist, die eine schematische Seitenansicht auf einen Teilbereich der Thixoforming-Vorrichtung 1 zeigt, wird die Stützkammer 8 in den Bereich unterhalb der Gießvorrichtung 4 verschwenkt. Wie dies den Fig. 1 und 2 weiter zu entnehmen ist, ist der Gießkolben 6 in der Gießvorrichtung 4 lediglich teilweise in der Gießkammer 5 geführt. So befindet sich der Gießkolben 6 in der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausgangsposition 12 außerhalb der Gießkammer 5, wobei zwischen dem Gießkolben 6 und einer Einschuböffnung 13 der Gießkammer 5 ein Zuführbereich 14 für die Stützkammer 8 ausgebildet wird.

In diesem Zuführbereich 14 wird, wie dies der Fig. 2 entnehmbar ist, die Stützkammer 8 zugeführt. Diese Zuführung erfolgt mittels einer Hubeinrichtung 15 der Zuführvorrichtung 7, wobei die Verschlußmittel 9 aus den Stützkammeröffnungen entfernt werden. Die Hubbewegung der Hubeinrichtung 15 ist hier mittels dem Pfeil 16 dargestellt.

Wie dies in der Fig. 1 lediglich schematisch dargestellt ist, wird die in den Zuführbereich 14 zugeführte Stützkammer 8 mittels einer Andrückvorrichtung 17 der Gießvorrichtung 4 gegen den Randbereich der Einschuböffnung 13 gedrückt, so daß sich eine dichte Verbindung zwischen der Gießkammer 5 und der Stützkammer 8 ergibt. Anschließend schiebt der Gießkolben 6, was hier allerdings nicht dargestellt ist, den thixotropen Bolzen 3 aus der vor der Gießkammer 5 liegenden Stützkammer 8 in die Gießkammer 5 hinein aus und preßt den thixotropen Bolzen in einen hier nicht dargestellten Formhohlraum einer hier lediglich schematisch dargestellten Gießform 18.

Anschließend wird die leere Stützkammer 8 mittels der Hubeinrichtung 15 wieder aus dem Zuführbereich 14 der Gießvorrichtung herausgefahren und mittels der Zuführvorrichtung 7 in den Bereich der Induktionsheizung 2 zurückverschwenkt, wo ein neuer Bolzen 3 in die Stützkammer 8 eingeführt wird, so daß der gesamte Gießzyklus von neuem beginnen kann.

In einer hier nicht dargestellten, alternativen Verfahrensweise wird eine in den Zuführbereich 14 der Gießvorrichtung 4 eingeführte Stützkammer 8 mitsamt darin gehaltenem thixotropen Bolzen mittels einer Verschiebeeinrichtung in der Gießkammer bis vor einen Gießlauf verschoben. Anschließend preßt dann der Gießkolben den thixotropen Bolzen 3 aus der Stützkammer 8 über den Gießlauf in den Formhohlraum der Gießform.

In der Fig. 7 ist eine alternative Ausführungsform einer Gießvorrichtung 20 und Stützkammer 21 dargestellt. Wie dies aus der Fig. 6 ersichtlich ist, ist die Stützkammer aus einem zylindrischen Rohr 22 hergestellt, vorzugsweise aus einem keramischen Werkstoff, wie z. B. Silizium-Nitrid und/oder Aluminium-Oxid und/oder Yttrium und/oder Aluminium-Nitrid, wobei an dem Rohr 22 ferner eine sich über die gesamte Rohrlänge erstreckende und einen Rohrteilbereich radial umfassende Halbschale 23, vorzugsweise aus einem metallischen Werkstoff, angeordnet ist.

Wie dies wieder insbesondere aus der Fig. 7 ersichtlich ist, wird die Stützkammer 21 einer Gießkammer 24 der Gießvorrichtung 20 über eine separate Stützkammer-Zuführöffnung 25 in einer Gießkammerwand zugeführt. Die Zuführung erfolgt aus der in der Fig. 7 strichliert eingezeichneten Position heraus. Die Stützkammer-Zuführöffnung 25 ist so ausgebildet, daß diese von der Stützkammer 21 in einer in der Fig. 7 mit durchgezogenen Linien dargestellten Zuführposition 26 formschlüssig und dicht verschlossen ist, wobei die Innenwand des Rohrs 22 einen Teil

der Gießkammerinnenwand bildet. Dazu ist in der Gießkammerwand eine dem Rohr 22 entsprechende Ausnehmung im Bereich der Stützkammer-Zuführöffnung 25 ausgebildet. Die Außenwand der Halbschale 23 bildet dabei einen Teil der Gießkammeraußenwand. In dieser Zuführposition 26 ist die Stützkammer 21 somit integraler Bestandteil einer Gießkammerwand.

Anschließend kann dann der hier nicht dargestellte Gießkolben 6 in an sich bekannter Weise den thixotropen Bolzen 3 über eine Blende 27 zur Oxidhautrückhaltung, die im Bereich vor einem Gießlauf 28 einer Gießform 29 angeordnet ist, in einen Formhohlraum 30 der Gießform 29 pressen.

In Fig. 8 ist eine Ausführungsform dargestellt, bei der die Stützkammer 21 entsprechend Fig. 6 und die Gießvorrichtung 20 entsprechend Fig. 7 aufgebaut ist. Allerdings ist hier keine Blende 27 vor dem Gießlauf 28 vorgesehen.

In Fig. 9 ist eine Ausführungsform dargestellt, bei der die Stützkammer 21 ebenfalls entsprechend Fig. 6 und die Gießvorrichtung 20 ebenfalls entsprechend Fig. 7 aufgebaut ist. Zusätzlich ist jedoch hier in den gießlaufnahen Innenwandbereich der Gießkammer 24 ein Keramikeinsatz 31 eingesetzt, der bei sich in der Zuführposition 26 befindlicher Stützkammer 21 an das Rohr 22 dieser Stützkammer 21 anschließt, so daß in der Gießkammer 24 ein bis zum Gießlauf 28 durchgehender Keramikinnenwandbereich ausgebildet ist.

In der Fig. 10 ist eine weitere Ausführungsform einer Gießvorrichtung 33 dargestellt. Diese Gießvorrichtung 33 umfaßt eine Gießkammer 34 mit darin geführtem Gießkolben 35 sowie eine zweiteilige Gießform 36 mit einem festen Unterkasten 37 sowie einem beweglichen Oberkasten 38. Wie dies aus der Fig. 10 weiter ersichtlich ist, wird der bewegliche Oberkasten 38 für ein Zuführen einer Stützkammer 39 vom festen Unterkasten 37 abgehoben, so daß die Stützkammer 39 von der Ausstoßseite 40 her in eine entsprechende Ausnehmung der Gießkammerinnenwand der Gießkammer 34 eingesetzt werden kann. Im eingesetzten Zustand bildet die Stützkammerinnenwand hier wiederum einen Teil der Gießkammerinnenwand.

Wie dies der Fig. 10 weiter entnommen werden kann, besteht die Stützkammer 39 aus einer äußeren Rohrschale 41 und einer inneren Rohrschale 42, wobei die äußere Rohrschale vorzugsweise aus einem Metall und die innere Rohrschale 42 vorzugsweise aus einem Keramikwerkstoff hergestellt sind. Anstelle einer inneren Keramik-Rohrschale 42 kann auch lediglich eine einfache Beschichtung vorgesehen sein.

Nach dem Einsetzen der Stützkammer 39 in die Gießkammer 34 mittels der hier nicht dargestellten Zuführvorrichtung wird der bewegliche Oberkasten 38 wieder abgesenkt zu einer insgesamt geschlossenen Gießform 36, woraufhin der Gießkolben 35 den thixotropen Bolzen 3 aus der Stützkammer 39 über eine Blende 43 als Oxidhaut-Rückhaltevorrichtung, die in den beweglichen Oberkasten 38 eingesetzt ist, ausschleibt und in einen Formhohlraum 44 der Gießform 36 preßt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Durchführen von Thixoforming, bei dem ein im Grundzustand fester Körper aus einem thixotropen Eigenschaften aufweisenden Werkstoff mittels einer Heizeinrichtung auf Thixotropie-Temperatur erwärmt wird und der Körper in diesem Thixotropie-Zustand anschließend einer Formgebungsvorrichtung zugeführt wird, in der der thixotrope Körper zu einer definierten Werkstückform verpreßt wird, dadurch gekennzeichnet,

daß der Körper (3) vor Erreichen des Thixotropie-Zustands in eine Stützkammer (8; 21; 39) überführt wird, daß der Körper (3) nach Erreichen des Thixotropie-Zustands formschlüssig in der Stützkammer (8; 21; 39) aufgenommen ist, und

daß der thixotrope Körper (3) der Formgebungsvorrichtung (4; 20; 33) in der Stützkammer (8; 21; 39) zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (3) vor Beginn der Erwärmung in die Stützkammer (8; 21; 39) überführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (3) mittels einer Induktionsheizung (2) als Heizeinrichtung induktiv auf Thixotropie-Temperatur erwärmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (3) in der Stützkammer (8; 21; 39) induktiv mit einer Frequenz von 1 bis 10.000 Hz, vorzugsweise mit einer Frequenz zwischen 10 und 1.000 Hz erwärmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützkammer (8; 21; 39) mitsamt darin gehaltenem thixotropen Körper (3) einer als Formgebungsvorrichtung ausgebildeten Gießvorrichtung (4; 20; 33) zugeführt wird und der thixotrope Körper (3) dort mittels eines als Preßkolben ausgebildeten Gießkolbens (6; 35) in einen die Kontur des späteren Werkstücks bestimmenden Formhohlraum (30; 44) einer Gießform (18; 29; 36) gepreßt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

daß der Gießkolben (6; 35) in der Gießvorrichtung (4; 20; 33) in der Art einer Zylinder-Kolben-Anordnung wenigstens teilweise in einer als Druckkammer ausgebildeten Gießkammer (5; 24; 34) geführt wird, und daß der Gießkolben (6; 35) zwischen einer Ausgangsposition (12) und einer Ausstoßposition verschoben wird und die Zuführung des thixotropen Körpers (3) in einem zwischen diesen beiden Gießkolbenpositionen liegenden Zuführbereich (14) der Gießvorrichtung (4; 20; 33) erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

daß die Stützkammer (21) der Gießvorrichtung (20) mittels einer Zuführeinrichtung über eine separate Stützkammer-Zuführöffnung (25) in einer Gießkammerwand, vorzugsweise im gießlaufnahen Bereich als Zuführbereich (14) einer vorzugsweise rohrförmigen Gießkammer (24), zugeführt wird, wobei die Stützkammer (21) die Stützkammer-Zuführöffnung (25) in der Gießkammerwand formschlüssig und dicht verschließt und die Stützkammerinnenwand einen Teil der Gießkammerinnenwand bildet, und

daß anschließend der Gießkolben den thixotropen Körper (3) aus der Stützkammer (21) ausschiebt.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützkammer (8) der Gießvorrichtung (4) im vor der Gießkammer (5) liegendem Zuführbereich (14) zugeführt wird und gegebenenfalls mittels einer Andrückvorrichtung (17) gegen die Gießkammer (5) im Bereich einer Gießkammer-Einschuböffnung (13) gedrückt wird dergestalt, daß der Gießkolben (6) den thixotropen Körper (3) anschließend aus der vor der Gießkammer (5) liegenden Stützkammer (8) in die Gießkammer (5) ausschiebt.

9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

daß die Stützkammer (8) der Gießvorrichtung (4) im

vor der Gießkammer (5) liegendem Zuführbereich (14) zugeführt wird und anschließend die Stützkammer (8) in der Gießkammer (5) mittels einer Verschiebeeinrichtung unmittelbar vor den Gießlauf verschoben wird, und

daß anschließend der Gießkolben (6) den thixotropen Körper (3) aus der Stützkammer (8) über den Gießlauf in den Formhohlraum der Gießform (18) preßt.

10. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

daß der Gießkolben (35) in einer Gießkammer (34) der Gießvorrichtung (33) in der Art einer Zylinder-Kolben-Anordnung zwischen einer Ausgangsposition und einer Ausstoßposition verschiebbar ist und die Stützkammer (39) bei abgehobener, beweglicher Gießformhälfte (38) einer zweiteiligen Gießform (36) von der Gießkammer-Ausstoßseite (40) her der Gießkammer (34) zugeführt wird, vorzugsweise als integraler formschlüssiger und dichter Einsatz in einem ausstoßseitigen Gießkammerwandbereich, wobei die Stützkammerinnenwand einen Teil der Gießkammerinnenwand bildet, und

daß in einem anschließenden Verfahrensschritt die abgehobene Gießformhälfte (38) wieder abgesenkt wird zu einer insgesamt geschlossenen Gießform (36) und daraufhin der Gießkolben (35) den thixotropen Körper (3) aus der Stützkammer (39) ausschiebt und in den Formhohlraum (44) der Gießform (36) preßt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der thixotrope Körper (3) über eine dem Gießlauf (28) vorgeschaltete Vorrichtung zur Oxidhautrückhaltung (27; 43), vorzugsweise eine Blende, in den Formhohlraum (30; 44) der Gießform (18; 29; 36) gepreßt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zum Gießkolben (6; 35) hin abgeschlossene Formhohlraum (30; 44), vorzugsweise vom thixotropen Körper (3) abgeschlossene Formhohlraum (30; 44), evakuiert wird und gleichzeitig oder anschließend der Gießkolben (6; 35) den thixotropen Körper (3) in den Formhohlraum (30; 44) der Gießform (6; 35) preßt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützkammer (8; 21; 39) nach dem Ausschieben des thixotropen Körpers (3) aus der Formgebungsvorrichtung (4; 20; 33) entfernt wird und für den nächsten Zuführvorgang mit einem in den Thixotropie-Zustand überzuführenden Körper (3) beladen wird.

14. Thixoforming-Vorrichtung, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 13,

mit einer Heizeinrichtung zur Erwärmung eines im Grundzustand festen Körpers aus einem thixotropen Eigenschaften aufweisenden Werkstoff auf Thixotropie-Temperatur, und

mit einer Formgebungsvorrichtung, der der Körper im Thixotropie-Zustand zum Verpressen zu einer definierten Werkstückform zuführbar ist, dadurch gekennzeichnet,

daß die Thixoforming-Vorrichtung (1) eine Stützkammer (8; 21; 39) umfaßt, in die der Körper (3) vor Erreichen des Thixotropie-Zustands einführbar ist,

daß der in der Stützkammer (8; 21; 39) aufgenommene Körper (3) in der Heizeinrichtung (2) bis zur Thixotropie-Temperatur und einer formschlüssigen Aufnahme in der Stützkammer (8; 21; 39) erwärmbar ist, und

daß die Thixoforming-Vorrichtung (1) eine Zuführein-

richtung (7) umfaßt, mit der die Stützkammer (8; 21; 39) mitsamt dem darin im Thixotropie-Zustand formschlüssig aufgenommenen thixotropen Körper (3) der Formgebungsvorrichtung (4; 20; 33) zuführbar ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,

daß die Stützkammer (8; 21; 39) rohrförmig, vorzugsweise zylinderrohrförmig, ausgebildet ist, und daß die rohrförmige Stützkammer (8; 21; 39) mit Verschlußmitteln (9), vorzugsweise mit an einer Greifereinrichtung der Zuführeinrichtung (7) integrierten Verschlußmitteln, verschließbar ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,

daß die Thixoforming-Vorrichtung (1) eine als Formgebungsvorrichtung ausgebildete Gießvorrichtung (4; 20; 33) mit Gießkammer (5; 24; 34) und Gießkolben (5; 36) umfaßt,

daß der Gießkolben (5; 36) in der Art einer Zylinderkolben-Anordnung wenigstens teilweise in der Gießkammer (5; 24; 34) geführt ist, und

daß der Gießkolben (5; 36) zwischen einer Ausgangsposition (12) und einer Ausstoßposition verschiebbar ist und ein Stützkammer-Zuführbereich (14) der Gießvorrichtung (4; 20; 33) zwischen diesen beiden Positionen liegt und der Gießkolben (5; 36) in der Ausstoßposition den thixotropen Körper (3) in einen Formhohlraum (30; 44) einer Gießform (18; 29; 36) preßt.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,

daß in einer Gießkammerwand eine separate Stützkammer-Zuführöffnung (25) ausgebildet ist, und

daß die Stützkammer (21) in einer Zuführposition (26) der Zuführeinrichtung (7) die Stützkammer-Zuführöffnung (25) formschlüssig und dicht verschließt und die Stützkammerinnenwand einen Teil der Gießkammerinnenwand bildet.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,

daß die Stützkammer (39) als von der Einschub- und/oder Ausstoßseite (40) der Gießkammer (34) her in diese mittels der Zuführeinrichtung (7) formschlüssig und dicht einsetzbarer Einsatz ausgebildet ist, und daß die Stützkammerinnenwand einen Teil der Gießkammerinnenwand bildet.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführeinrichtung (7) in einer Horizontalebene schwenkbar und/oder in einer Vertikalebene verfahrbar ist dergestalt, daß die Stützkammer (8; 21; 39) mitsamt darin gehaltenem thixotropen Körper (3) in alle Raumrichtungen bewegbar ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizeinrichtung eine Induktionsheizung (2) ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Gießform (18; 29; 36) eine Vorrichtung zur Oxidhautrückhaltung, vorzugsweise eine Blende (27; 43), vorgeschaltet ist.

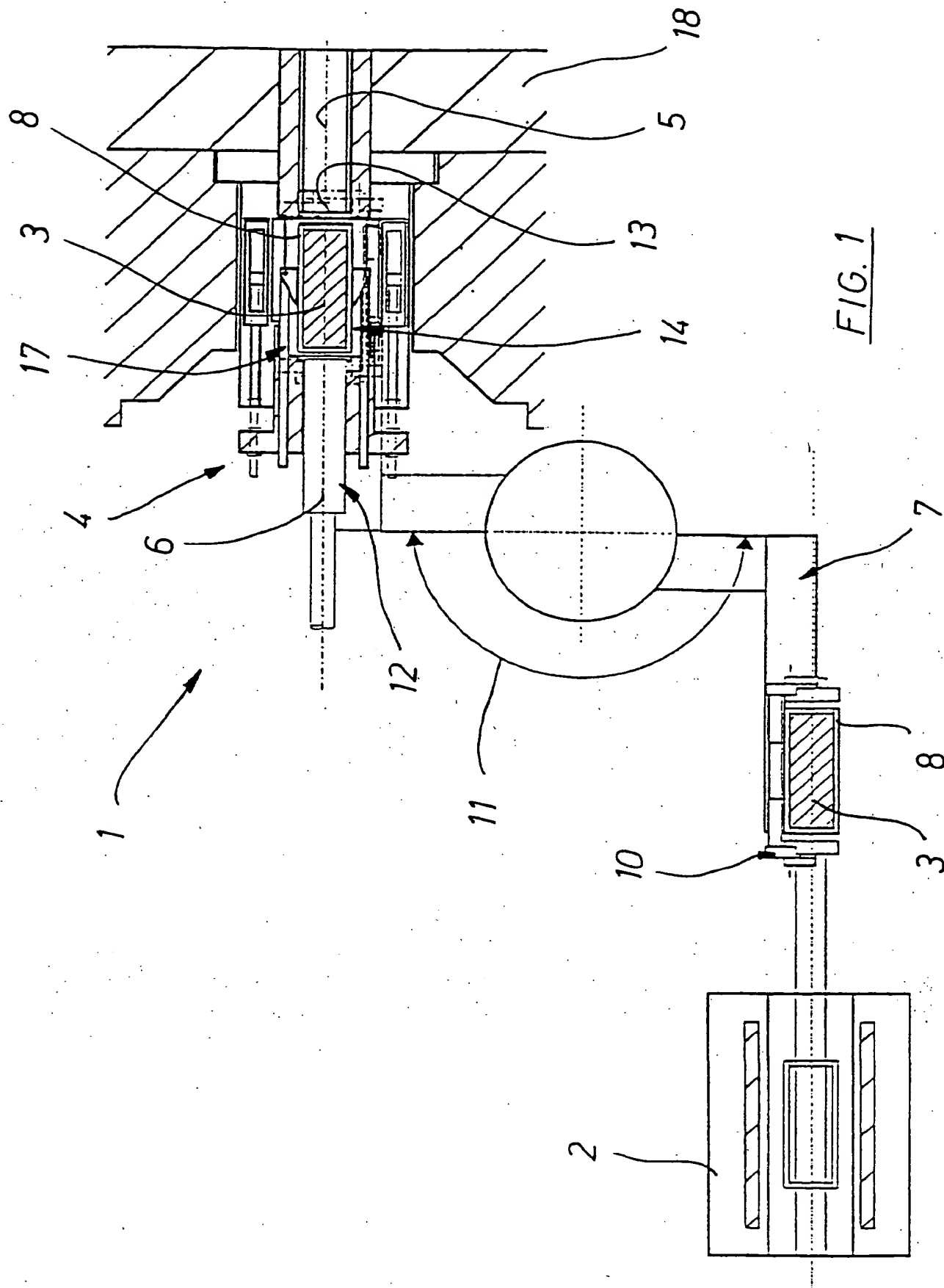
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützkammer (8; 21; 39) und/oder gegebenenfalls die Gießkammer (5; 24; 34), aus einem keramischen und/oder metallischen Werkstoff hergestellt sind, vorzugsweise einem metallischen Mantel mit innerer, keramischer Auskleidung (31).

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der keramische Werkstoff Silizium-Nitrid und/oder Aluminium-Oxid und/oder Yttrium und/

oder Aluminium-Nitrid ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



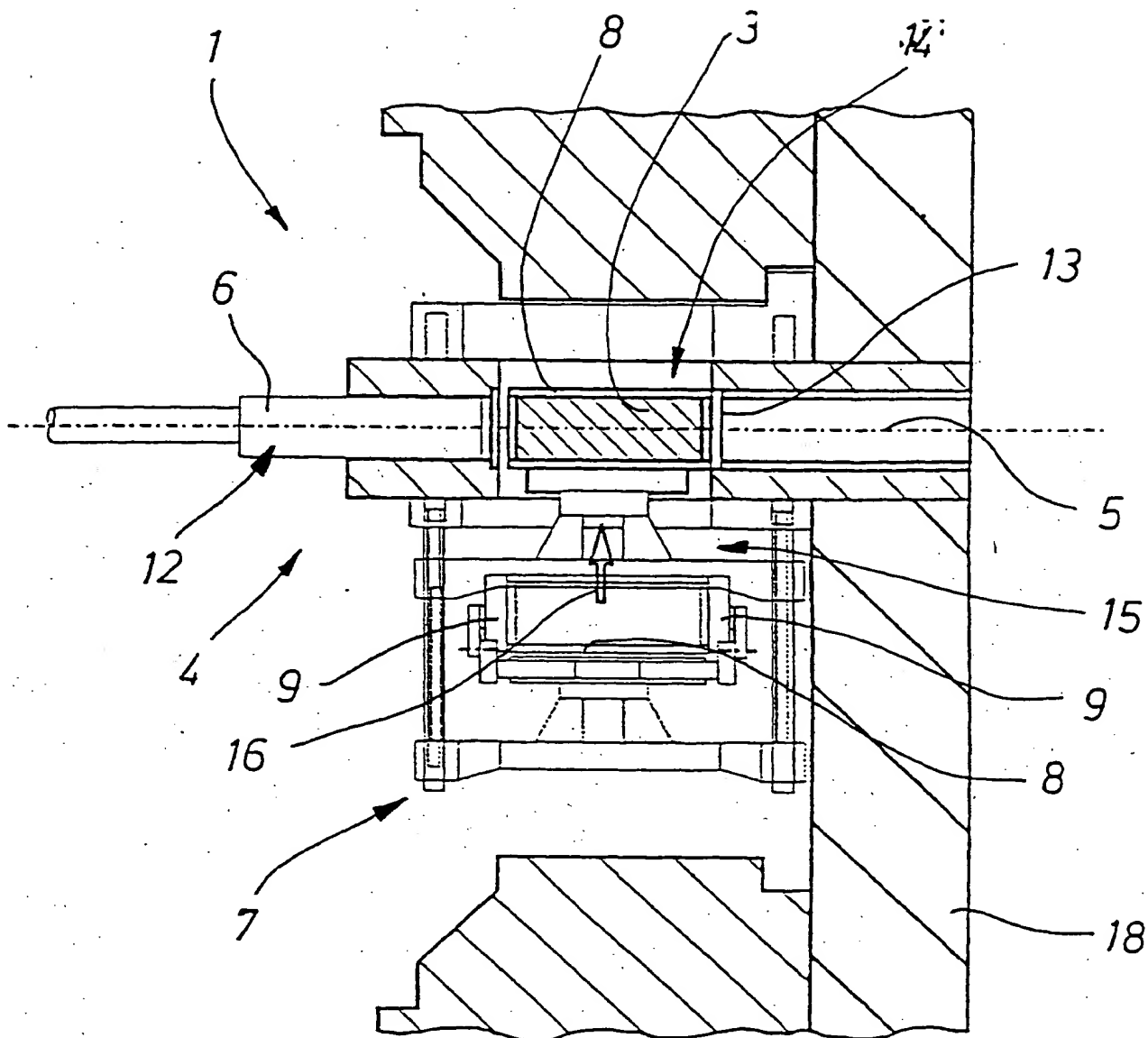


FIG. 2

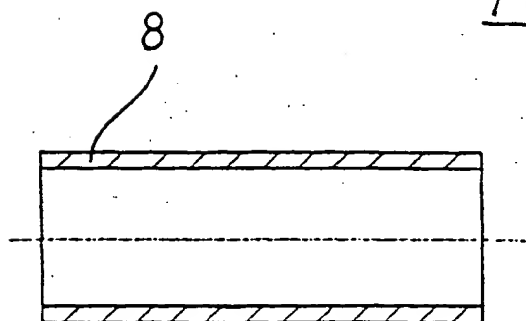


FIG. 3

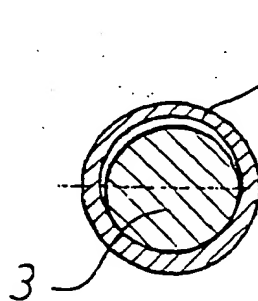


FIG. 4

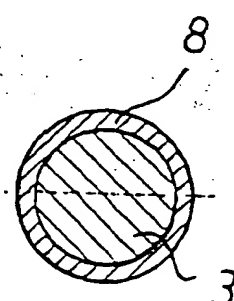
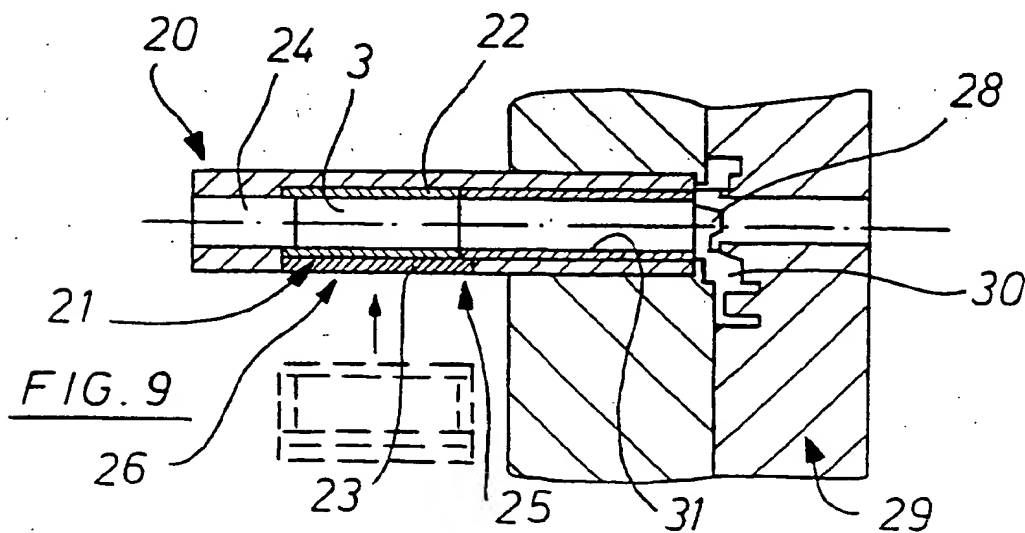
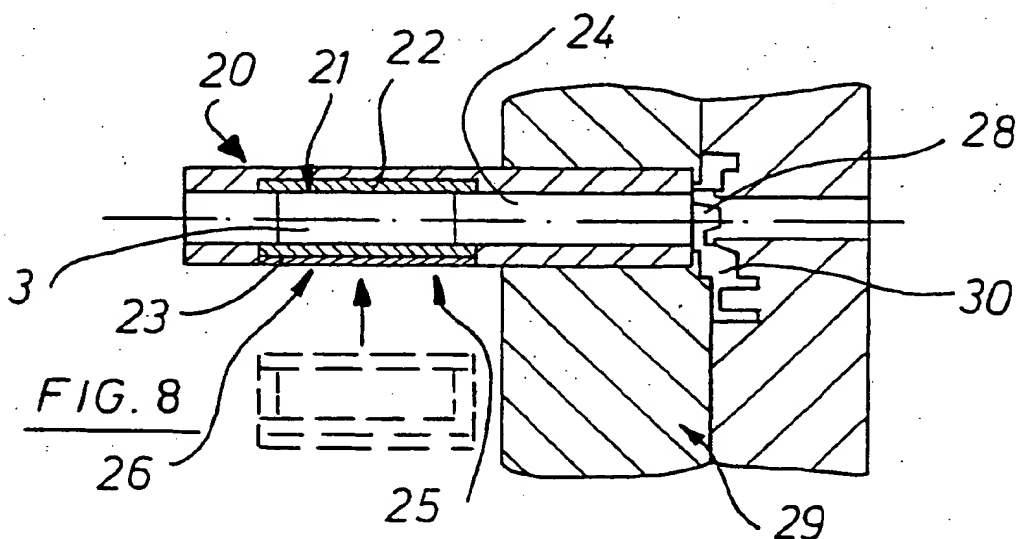
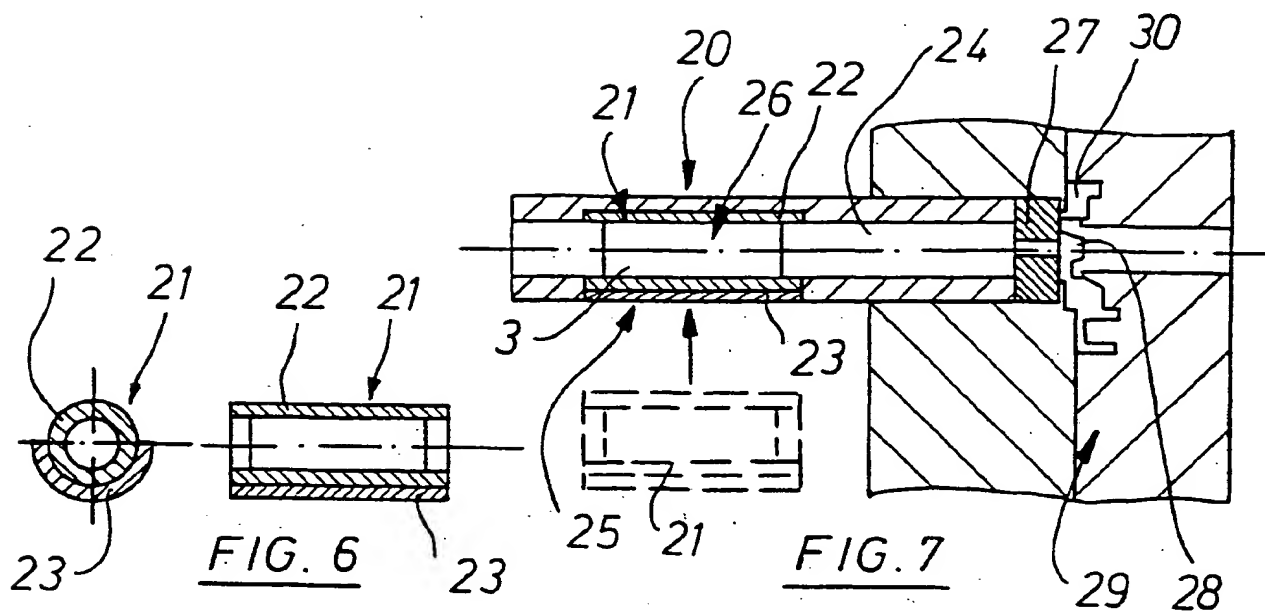


FIG. 5



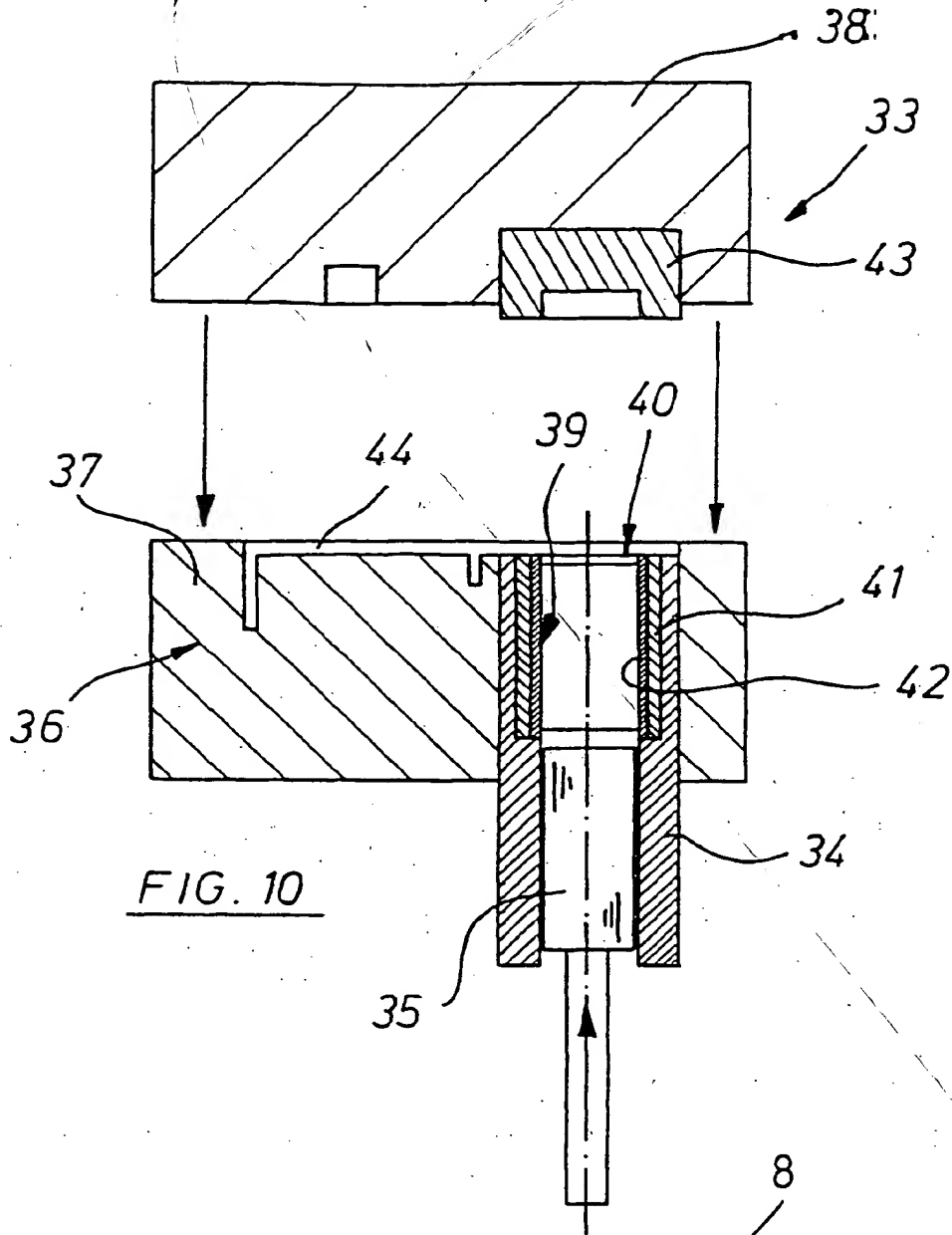


FIG. 10

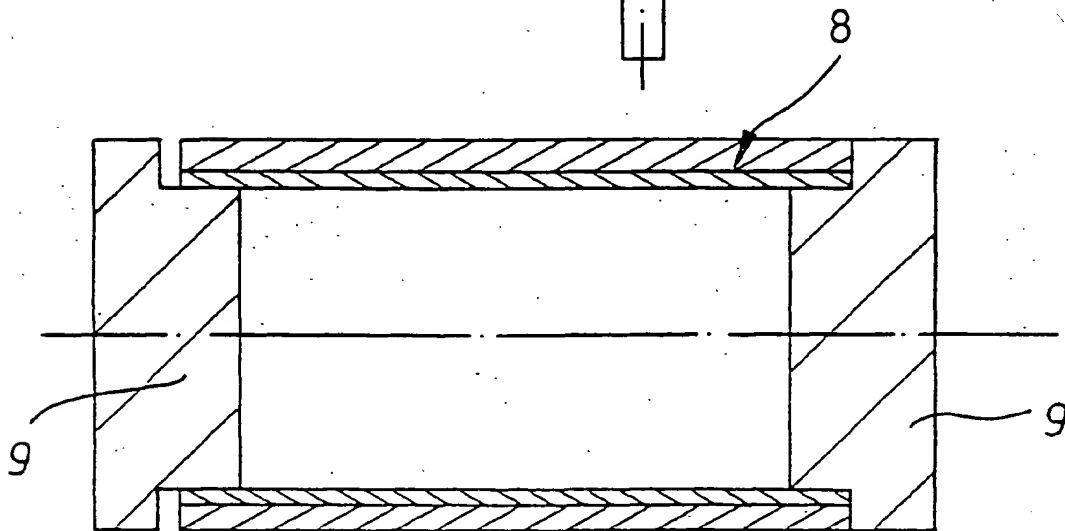


FIG. 11